

Intensitas Penutup Tanah *Arachis pinto* dan Inokulasi Rhizobium serta Penambahan Fosfor dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao dan Status Hara di Lapangan

Intensity of Ground Cover Crop *Arachis pinto*, Rhizobium Inoculation and Phosphorus Application and Their Effects on Field Growth and Nutrient Status of Cocoa Plants

John Bako Baon¹⁾ dan Hery Pudjiono²⁾

Ringkasan

Arachis pinto berpotensi sebagai tanaman penutup tanah pada perkebunan kakao, namun informasi perihal pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman kakao (*Theobroma cacao*) pada kondisi di lapangan sangat terbatas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari kombinasi pengaruh tanaman penutup tanah *A. pinto*, inokulasi bakteri rhizobium dan pemupukan fosfor (P) terhadap pertumbuhan dan status nitrogen (N) tanaman kakao di lapangan. Penelitian menggunakan rancangan petak-petak terbagi (*split-split plot*) dengan perlakuan tiga aras tanaman penutup tanah (tanpa, *A. pinto* dan *Calopogonium caeruleum*), dua aras inokulasi rhizobium (tanpa dan diinokulasi) serta dua aras pupuk fosfor (tanpa dan dipupuk P). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi lapangan, adanya tanaman penutup tanah *A. pinto* tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman kakao, sebaliknya *C. caeruleum* sebagai tanaman penutup tanah cenderung lebih menghambat pertumbuhan tanaman kakao dibandingkan *A. pinto*. Penambahan fosfor meningkatkan jumlah daun tanaman kakao. Produksi biomassa *A. pinto* 40% lebih banyak dibandingkan *C. caeruleum*. Kadar N dan C organik tanah tidak dipengaruhi oleh tanaman penutup tanah, namun nilai tertinggi (0,235% N dan 1,63% C) diperoleh pada perlakuan kombinasi inokulasi dan pemupukan P atau sama sekali tanpa inokulasi maupun pupuk P. Pada kondisi tanpa rhizobium, kadar N tanah pada pertanaman kakao berpenutup tanah *A. pinto* lebih rendah dari pada tanpa penutup tanah ataupun dengan *C. caeruleum*. Tanaman penutup tanah meningkatkan kadar N jaringan tanaman kakao bila tidak diinokulasi dengan rhizobium, sebaliknya bila dilakukan inokulasi rhizobium maka kandungan N jaringan menurun. Kadar P jaringan tanaman kakao tidak dipengaruhi oleh adanya tanaman penutup tanah *A. pinto* ataupun rhizobium, kecuali bahwa kadar P jaringan tanaman kakao lebih tinggi 28% bila berpenutup tanah *C. caeruleum* dan diinokulasi rhizobium.

1) Peneliti (*Researcher*); Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. P.B. Sudirman 90, Jember 68118, Indonesia.

2) Dosen (*Lecturer*) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Jl. Kalimantan III/123, Jember 68121, Indonesia.

Summary

Arachis pintoi is potentially as a cover crop for cocoa (*Theobroma cacao* L.) farm, however information regarding its effect on the growth of cocoa plants in the field is very limited. The objective of this experiment is to investigate the combined influence of ground cover crop *A. pintoi*, rhizobial bacterial inoculation and phosphorus (P) fertilizer on the growth of cocoa in the field and nutrient status. This experiment laid out in split-split plot design consisted of three levels of cover crop (without, *A. pintoi* and *Calopogonium caeruleum*), two levels of rhizobium inoculation (not inoculated and inoculated) and two levels of phosphorus application (no P added and P added). The results showed that in field condition the presence of *A. pintoi* as cover crop did not affect the growth of cocoa. On the other hand, *C. caeruleum* as cover crop tended to restrict cocoa growth compared to *A. pintoi*. Application of P increased leaf number of cocoa plant. Biomass production of *A. pintoi* was 40% higher than *C. caeruleum*. Soil organic carbon and nitrogen contents were not affected by ground cover crops, though higher value (0.235% N and 1.63% organic C) was obtained from combined treatments of inoculation and P addition or neither inoculation nor P addition. In the case of no rhizobium inoculation, soil N content in cocoa farm with *A. pintoi* cover crop was lower than that of without cover crop or with *C. caeruleum*. Cover crop increased plant N content when there was no inoculation, on the other hand rhizobium inoculation decreased N content of cocoa tissue. Tissue P content of cocoa plant was not influenced by *A. pintoi* cover crop or by rhizobium inoculation, except that the P tissue content of cocoa was 28% higher when the cover crop was *C. caeruleum* and inoculated.

Key words : *Arachis pintoi*, *Theobroma cacao*, *Calopogonium caeruleum*, rhizobium, nitrogen, phosphorus.

PENDAHULUAN

Tanaman kakao sebagai salah satu komoditas budidaya gunung yang sering ditanam pada daerah-daerah bertopografi bergelombang sampai bergunung berisiko mengalami masalah dengan erosi. Hal ini berdampak pada penurunan kualitas tanah, yakni menipisnya lapisan tanah atasan yang subur, berkurangnya kadar bahan organik tanah dan minimnya kandungan hara-hara makro dan mikro. Untuk itu diperlukan upaya pengawetan tanah sehingga penurunan tingkat kesuburan tanah dapat dipertahankan pada aras yang tinggi.

Salah satu cara pengawetan tanah yang paling populer adalah penggunaan tanaman penutup tanah (*land cover crops*) yang dikenal sebagai pengawetan tanah secara vegetatif. Tanaman penutup tanah berfungsi untuk mengurangi pengaruh air hujan terhadap erosi terutama pada topografi yang miring. Pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi dapat melalui 1) intersepsi air hujan oleh mahkota tajuk tanaman, 2) mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kekuatan air, 3) pengaruh akar dan kegiatan-kegiatan biologi yang berhubungan dengan pertumbuhan vegetatif

dan pengaruhnya terhadap porositas tanah, dan 4) transpirasi yang mengakibatkan keringnya tanah (Cook, 1962).

Peranan tanaman penutup tanah dalam menekan laju erosi telah diketahui dengan baik. Tanaman penutup tanah juga efektif dalam memperbaiki sifat fisik tanah terutama struktur tanah dan memperkaya bahan-bahan organik tanah serta memperbesar porositas tanah (Butler, 1955).

Tanaman penutup tanah rendah yang sering digunakan di perkebunan karet, kelapa dan kelapa sawit, salah satunya adalah *Calopogonium caeruleum*. Penggunaan tanaman penutup tanah di perkebunan kakao belum banyak dilakukan dalam praktek. Namun demikian dari beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa tanaman penutup tanah juga memungkinkan untuk dimanfaatkan di kebun kakao (Mainstone, 1972). Kendala penggunaan tanaman penutup tanah pada kebun kakao adalah sifat rambatan tanaman penutup tanah yang menghambat pertumbuhan tanaman kakao karena tajuk tanaman kakao terbelit oleh tanaman penutup tanah. Di samping itu, kendala berupa adanya kompetisi antara tanaman kakao dengan tanaman penutup tanah juga perlu dipertimbangkan, namun hasil-hasil penelitian yang diperoleh selama ini belum dapat menghasilkan kesimpulan yang jelas untuk kondisi pertanaman di lapangan (Erwiyono & Sugiyanto, 2001; Pujiyanto *et al.*, 2003b).

Salah satu pilihan tanaman penutup tanah untuk kebun kakao yang saat ini banyak diteliti adalah pemanfaatan tanaman *Arachis pinto*, yakni tanaman sejenis kacang-kacangan menjalar. Tanaman ini hanya

menjalar di permukaan tanah dan tidak merambati tanaman utama, selain itu juga mampu bertahan di bawah naungan. *A. pinto* dapat ditanam tunggal atau ditumpang-sarikan sebagai penahan erosi pada lahan miring ataupun sebagai tanaman penutup tanah, namun peranannya terhadap tanaman kakao belum diketahui benar. Beberapa penelitian *A. pinto* pada tanaman kakao telah dilakukan pada media yang terbatas (Erwiyono & Sugiyanto, 2001; Pujiyanto *et al.*, 2003a, 2003b).

A. pinto sebagai tanaman penutup tanah rendah yang pola penyebarannya horizontal, memiliki biomassa cukup tinggi yaitu berkisar antara 12–19 ton/ha per tahun bahan segar atau 3–6 ton/ha per tahun bahan kering. Hal ini secara fisik menguntungkan dibandingkan tanaman penutup lainnya. Tanaman ini mampu menghasilkan banyak bahan organik dan serasah yang berasal dari pelapukan daun dan batangnya (Kartasaputra & Sutedjo, 2000).

Purba & Rahutomo (2000) dan Evizal (2003) mendapatkan bahwa pertumbuhan *A. pinto* sangat pesat, karena dalam tiga bulan pertama telah mampu menutup 100% permukaan tanah dan menghasilkan biomassa yang tinggi, yakni 3,75 ton bobot kering/ha per tahun pada umur 14 minggu setelah tanam. Pertanaman *A. pinto* mudah dibangun secara stek langsung dan mempunyai karakter pertumbuhan yang mampu menutup permukaan dengan sempurna. Keuntungan lain dari *A. pinto* ialah bahwa walaupun tumbuh menjalar di permukaan tanah namun tidak tumbuh memilin pada tanaman pokok, sehingga tidak memerlukan perawatan khusus untuk pemeliharaan *A. pinto*.

A. pintoi mempunyai kemampuan untuk mengikat nitrogen udara dengan bantuan bakteri rhizobium yang bersimbiose pada akarnya, sehingga mengurangi persaingan antara tanaman kacang-kacangan *A. pintoi* dengan tanaman pokok dalam penyerapan nitrogen tanah. Selanjutnya nitrogen yang diikat dari udara akan dilepaskan kembali ke dalam tanah dalam bentuk yang tersedia bagi tanaman. Namun sering dijumpai populasi rhizobium di dalam tanah sangat rendah sehingga upaya inokulasi bakteri tersebut ke bibit ataupun benih tanaman kacang diperlukan agar tanaman penutup tanah secara langsung atau tanaman kakao secara tidak langsung dapat memperoleh manfaat dari simbiosis ini (Mafongoya *et al.*, 2004).

Dalam proses fiksasi nitrogen, tingkat ketersediaan fosfor, kalsium dan kalium dalam tanah mempengaruhi kelestarian rhizobium, aktivitas nitrogenase dan aktivitas enzim-enzim yang berhubungan dengan nitrogenase. O'Hara (2001) mengemukakan bahwa pertumbuhan bintil akar, aktivitas nitrogenase dan enzim-enzim pendukung nitrogenase responsif terhadap pemberian fosfor.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh tanaman penutup tanah *A. pintoi*, inokulasi rhizobium dan penambahan fosfor terhadap pertumbuhan dan status nitrogen tanaman kakao di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Kaliwining, Jember, yang berada

pada ketinggian 45 m dpl., berjenis tanah Inceptisol dengan tipe iklim D menurut klasifikasi Schmidt-Ferguson. Hasil analisis tanah lokasi percobaan menunjukkan bahwa kandungan C organik 1,63%; N 0,20%; P_2O_5 (HCl 25%) 83 mg/100g; P_2O_5 (Bray 1) 48 ppm.

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kakao (*Theobroma cacao* L.) dari induk klon ICS 60 dengan persarian terbuka. Tanaman penutup tanah yang digunakan adalah *A. pintoi* dan *C. caeruleum* (sebagai pembanding) dalam bentuk sulur.

Biakan murni bakteri *Rhizobium* sp. sebagai inokulan dalam kajian ini diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Jember.

Penelitian menggunakan rancangan petak-petak terbagi (*split-split plot design*) dengan tiga faktor yang diulang tiga kali. Faktor pertama sebagai petak utama berupa perlakuan tanaman penutup tanah meliputi *A. pintoi*, *C. caeruleum* dan kontrol (tanpa penutup tanah). Anak petak berupa perlakuan inokulasi rhizobium terhadap sulur-sulur tanaman penutup tanah meliputi diinokulasi dan tanpa inokulasi bakteri rhizobium. Sementara itu, anak-anak petak berupa perlakuan penambahan pupuk fosfor yang meliputi dipupuk dan tanpa dipupuk fosfor.

Lahan yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian seluas 36 m² dengan tanaman penaung lamtoro yang sudah menutup. Untuk mendapatkan tanah yang homogen, sebelum perlakuan tanah dicangkul, digemburkan dan diratakan, serta dibersihkan dari batu, serasah, rumput, dan

sampah. Contoh tanah yang mewakili diambil secara komposit pada kedalaman 0–20 cm untuk dianalisis kandungan haranya sebagai data awal. Sebelum diperlakukan, lahan tersebut dibagi dalam petak-petak kecil berukuran panjang 1 m dan lebar 1 m, sehingga terdapat 36 petak sesuai dengan jumlah kombinasi perlakuan dan ulangan dalam penelitian ini.

Untuk setiap petak ditanam 8 setek tanaman penutup tanah berukuran panjang 20 cm, yaitu 12 petak dengan *C. caeruleum*, 12 petak dengan *A. pintoii* dan 12 petak tanpa tanaman penutup tanah sebagai kontrol. Inokulasi bakteri rhizobium diberikan pada tanah sesuai petak perlakuan yang telah ditentukan secara acak, yaitu dengan larutan kultur bakteri rhizobium diberikan bersamaan dengan penanaman setek tanaman penutup tanah. Untuk petak yang mendapat perlakuan fosfor diberikan pupuk SP-36 sebanyak 147,4 g per petak. Bibit kakao yang berumur 6 minggu ditanam tepat di tengah-tengah petak percobaan setelah tanaman penutup tanah menutup sempurna pada petak percobaan yakni 6 bulan setelah tanam.

Parameter yang diamati meliputi data pertumbuhan tanaman kakao (tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun) dan tanaman penutup tanah yang diamati setiap minggu. Pada akhir penelitian yakni 18 minggu setelah tanam diamati biomassa (seluruh tanaman) baik kakao dan tanaman penutup tanah serta kandungan hara N dan P dalam tanah dan tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Kakao

Hasil sidik ragam data pertumbuhan tanaman kakao akibat adanya tanaman penutup tanah *A. pintoii*, inokulasi rhizobium serta penambahan pupuk fosfor terhadap beberapa parameter pertumbuhan, yakni tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot daun, bobot batang dan bobot akar, disajikan dalam Tabel 1. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa adanya tanaman penutup tanah, pemupukan fosfor dan inokulasi rhizobium tidak berpengaruh terhadap parameter pertumbuhan yang diamati tersebut, kecuali jumlah daun. Pemberian pupuk fosfor sangat nyata berpengaruh terhadap jumlah daun kakao, di samping itu terdapat interaksi nyata antara tanaman penutup tanah dan inokulasi rhizobium terhadap jumlah daun kakao. Interaksi ini juga cenderung tampak pada parameter diameter batang kakao. Terdapatnya interaksi tersebut menunjukkan bahwa respons perkembangan jumlah daun dan diameter batang tanaman kakao oleh adanya tanaman penutup tanah ditentukan oleh perlakuan rhizobium.

Tabel 2 menunjukkan bahwa *A. pintoii* dan *C. caeruleum* sebagai tanaman penutup tanah tidak berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman kakao, baik yang diinokulasi dengan maupun tanpa rhizobium (Tabel 2). Hasil ini mengindikasikan bahwa pada

Tabel 1. Nilai F hitung sidik ragam pengaruh tanaman penutup tanah, inokulasi rhizobium dan penambahan fosfor terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang dan bobot tanaman (batang, daun dan akar) kakao

Table 1. Calculated-F values of analysis of variances of the effect of cover crop, rhizobium inoculation and P addition on plant height, leaf number, stem diameter and cocoa plant (stem, leaf and root) weight

Sumber keragaman Source of Variances	F Hitung (Calculated)					
	Tinggi tanaman Plant height	Jumlah daun Leaf number	Diameter batang Stem diameter	Bobot daun Leaf weight	Bobot batang Stem weight	Bobot akar Root weight
Kelompok (Replication)	3.713 ns	1.388 ns	0.271 ns	1.993 ns	6.785 ns	1.440 ns
Penutup tanah (P) Cover crop	1.023 ns	6.492 ns	1.414 ns	0.583 ns	2.680 ns	6.514 ns
Rhizobium (R)	0.705 ns	0.178 ns	3.606 ns	0.734 ns	2.306 ns	2.210 ns
P x R	0.176 ns	12.323 *	5.859 ns	5.376 ns	2.630 ns	1.054 ns
Fosfor, Phosphorus (F)	0.253 ns	10.037 **	2.800 ns	0.666 ns	1.798 ns	4.210 ns
P x F	1.435 ns	0.525 ns	1.086 ns	0.548 ns	0.375 ns	0.566 ns
R x F	2.277 ns	0.083 ns	0.514 ns	0.416 ns	1.284 ns	1.439 ns
P x R x F	0.083 ns	1.355 ns	0.514 ns	0.191 ns	0.175 ns	0.184 ns

Keterangan (Notes): ns = berpengaruh tidak nyata (not significant); * = berpengaruh nyata (Significant); ** = berpengaruh sangat nyata (Very significant).

kondisi lapangan, adanya tanaman penutup tanah *A. pintoi* tidak berpengaruh terhadap perkembangan daun kakao. Tidak adanya pengaruh tanaman penutup tanah tersebut terhadap pertumbuhan tanaman kakao juga dilaporkan oleh Pujiyanto *et al.* (2003a) yang menggunakan media terbatas namun volume media cukup besar yakni 400 kg/petak. Di lain pihak pada penelitian Erwiyono & Sugiyanto (2001) maupun Pujiyanto *et al.* (2003b) adanya tanaman penutup tanah *A. pintoi* secara nyata menekan jumlah daun kakao. Dua penelitian disebut terakhir menggunakan media terbatas dengan volume media hanya 2,5–9 kg/polibeg. Dengan demikian *A. pintoi* sebagai tanaman penutup tanah tidak akan menekan pertumbuhan tanaman kakao bila dalam bentuk pertanaman di lapangan.

Pada perlakuan inokulasi terhadap tanaman penutup tanah, jumlah daun tanaman kakao yang berpenutup tanah *A. pintoi* lebih

banyak dibandingkan dengan yang tidak diinokulasi dengan rhizobium ataupun dengan yang berpenutup tanah *C. caeruleum*. Namun kalau dilihat gambaran bobot daun yang dihasilkan (Tabel 2) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan bobot daun antarperlakuan tanaman penutup tanah. Jumlah daun yang lebih banyak dengan bobot daun yang sama berarti bahwa daun tersebut berukuran kecil. Hasil yang sama juga diperoleh Pujiyanto *et al.* (2003a), namun bertentangan dengan yang diamati oleh Erwiyono & Sugiyanto (2001) ataupun oleh Pujiyanto *et al.* (2003b) dengan penjelasan seperti dikemukakan di atas, yakni ada hubungannya dengan perbedaan volume media pertumbuhan.

Pemupukan P terhadap tanaman kakao dalam penelitian ini meningkatkan jumlah daun kakao tetapi bobot daunnya tidak ada perbedaan nyata antarperlakuan tanaman penutup tanah walaupun ada kecenderungan

Tabel 2. Pengaruh interaksi tanaman penutup tanah dan inokulasi rhizobium serta pengaruh faktor tunggal penambahan fosfor terhadap jumlah daun dan bobot daun bibit kakao 18 minggu setelah tanam di lapangan

Table 2. Effect of the interaction between cover crop and rhizobium inoculation and of P application as single factor on leaf number and leaf weight of cocoa plants in the field 18 weeks after planting

Perlakuan <i>Treatment</i>	Jumlah daun/tanaman (<i>Leaf number/plant</i>)		Bobot daun (g/tanaman) <i>Leaf weight (g/plant)</i>
	Tanpa (<i>No</i>) rhizobium	Rhizobium	
Penutup tanah (<i>Cover crop</i>)			
Tanpa (<i>No</i>)	19.0 aA	17.0 abA	8.02 a
<i>A. pinto</i> i	18.0 aB	23.7 aA	6.89 a
<i>C. caeruleum</i>	16.0 aA	13.8 bA	7.25 a
Pemberian fosfor <i>Phosphorus application</i>			
Tanpa (<i>Without</i>) P	16.1 b	6.80 a	
Diberi (<i>Added</i>) P	19.7 a	7.97 a	

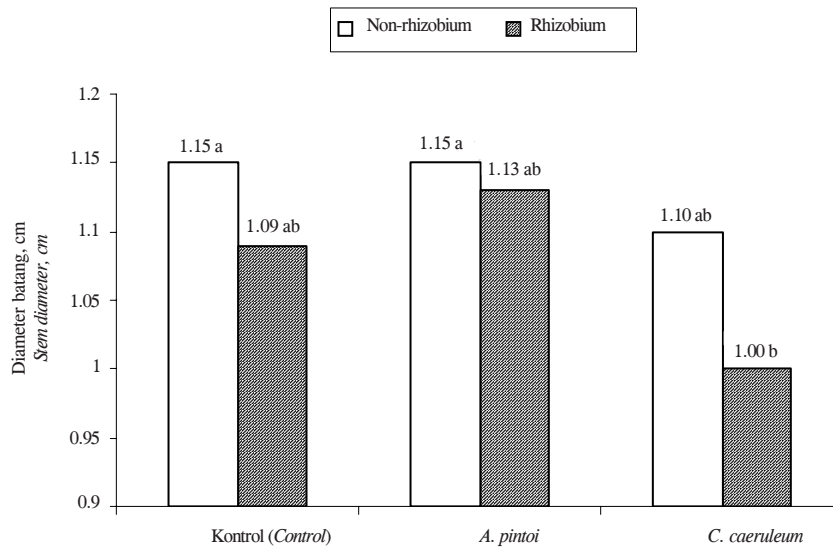
Keterangan (*Notes*) : Angka-angka dalam kolom dan kelompok perlakuan yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama atau di dalam baris yang sama dan diikuti oleh huruf kapital yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan (*Figures in the same column followed by the same small letter or in the same row and the same parameter and followed by the same capital letter are not significantly different at 5% level according to Duncan test*).

bahwa yang dipupuk P cenderung memiliki bobot daun lebih tinggi. Sehingga hal ini juga mengindikasikan bahwa pemupukan P cenderung memacu perkembangan daun tanaman kakao. Pujiyanto *et al.* (2003b) mendapatkan bahwa pemupukan P mampu mengurangi tekanan tanaman penutup tanah terhadap pertumbuhan tanaman kakao.

Perkembangan diameter batang kakao merupakan salah satu indikator respon tanaman kakao yang baik. Tanaman bibit kakao dengan diameter batang yang lebih besar cenderung nantinya akan memiliki keunggulan produksi yang juga lebih besar dibandingkan tanaman yang berdiameter kecil. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan interaksi antara tanaman penutup tanah dan rhizobium terhadap diameter batang (Gambar 1). Ini berarti bahwa pengaruh tanaman penutup tanah terhadap perkembangan diameter

batang cenderung ditentukan oleh adanya perlakuan rhizobium. Pada kondisi tidak ada perlakuan rhizobium, tanaman penutup tanah tidak berpengaruh terhadap diameter batang kakao, namun bila diinokulasi rhizobium maka diameter batang kakao dengan penutup tanaman *C. caeruleum* memiliki diameter yang lebih kecil dibandingkan tanpa penutup tanah ataupun *A. pintoi* yang tanpa rhizobium.

Pengaruh negatif *C. caeruleum* terhadap pertumbuhan tanaman kakao yang lebih besar dibandingkan *A. pintoi* juga dilaporkan oleh Pujiyanto *et al.* (2003b). Penekanan terhadap pertumbuhan tanaman, terutama tanaman muda, oleh *C. caeruleum* juga dijumpai pada tanaman karet (Nasution, 1990) dan pada tanaman ubi kayu (Suprayogo *et al.*, 1997). Serapan dan laju serapan hara, utamanya N, P, K dan Mg yang besar pada *C. caeruleum* jauh lebih



Gambar 1. Pengaruh tanaman penutup tanah dan rhizobium terhadap diameter batang bibit kakao 18 minggu setelah tanam di lapangan.

Figure 1. Effect of cover crop and rhizobium on stem diameter of cocoa plant 18 weeks after planting in field.

besar dibandingkan tanaman utama merupakan salah satu faktor penyebab penekanan tersebut (Nasution, 1990).

Pertumbuhan tanaman penutup tanah

Pertumbuhan tanaman penutup tanah *A. pinto* dan *C. caeruleum* disajikan dalam Gambar 2. Bibit tanaman kakao ditanam di lapangan setelah tanaman penutup tanah *A. pinto* dan *A. caeruleum* menutup penuh permukaan tanah, yakni 6 bulan. Dengan demikian biomassa tanaman penutup tanah yang tercantum dalam gambar tersebut adalah yang telah dihasilkan selama 11 bulan. Dari hasil tersebut terlihat bahwa biomassa *A. pinto* lebih besar dibandingkan *C. caeruleum*. Dari hasil pengamatannya,

Evisal (2003) juga melaporkan bahwa *A. pinto* menghasilkan biomassa yang lebih besar dibandingkan *Calopogonium mucunoides*, walaupun kecepatan penutupan permukaan tanahnya lebih lambat. Dari hasil pengamatan di lapangan diketahui bahwa jumlah bintil akar, baik pada *A. pinto* maupun pada *C. caeruleum*, adalah sangat sedikit, itupun dapat dikategorikan kurang efektif, seperti terlihat dari warna penampang melintang bintil akar yang berwarna putih kecoklatan. Padahal bintil akar adalah tempat berlangsungnya penambatan nitrogen, sehingga dapat dimengerti penyebab terjadinya persaingan hara N walaupun telah dilakukan inokulasi. Menurut Adiwiganda (1984) pembentukan bintil akar dan penambatan N_2 dari udara pada *C. caeruleum*

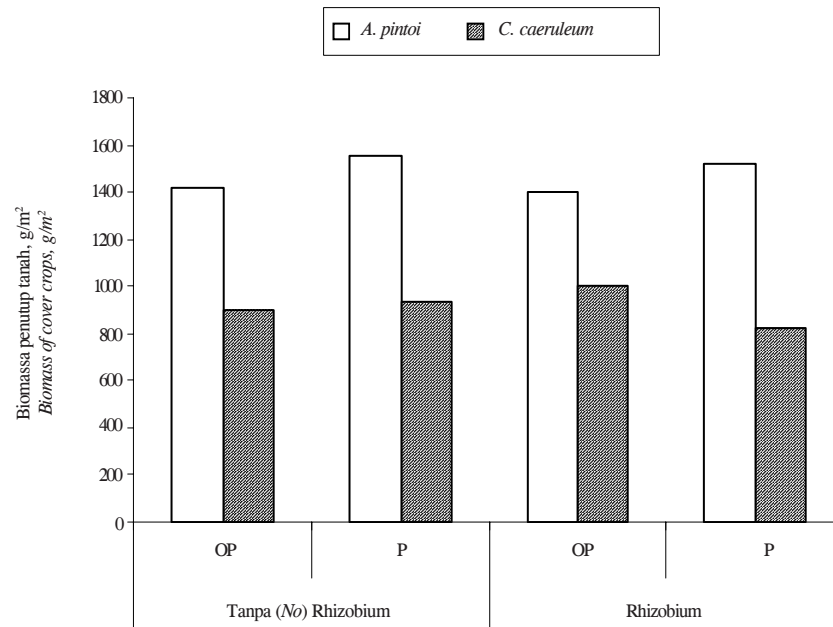
dapat meningkat dengan penggunaan gum arab.

Biomassa *A. pinto* sebesar 1,1 kg/m² yang diperoleh di kebun panili (Evisal, 2003) mirip yang diperoleh hasil penelitian ini yakni sekitar 1,4 kg/m². Biomassa *C. caeruleum* yang lebih kecil dibandingkan *A. pinto* dapat dihubungkan dengan kemampuan untuk bertahan pada kondisi berpenaung oleh tanaman *A. pinto* (Evisal, 2003), walaupun laju pertumbuhan dan perkembangan *A. pinto* pada lahan terbuka jauh lebih besar dibandingkan pada kondisi berpenaung (Sulistiyorini, 2002).

Status hara

Kesuburan tanah

Hasil penelitian ini secara garis besar, seperti terlihat pada Tabel 3, menunjukkan bahwa faktor tunggal perlakuan tanaman penutup tanah, inokulasi rhizobium dan pemupukan P tidak berpengaruh terhadap beberapa parameter status hara tanah yang diamati (C organik, N, nisbah C/N dan P₂O₅ dalam tanah). Tidak adanya pengaruh tanaman penutup tanah terhadap kandungan C organik tanah juga dilaporkan oleh Pujiyanto *et al.* (2003a) yang lama



Gambar 2. Biomassa tanaman penutup tanah *A. pinto* dan *C. caeruleum* akibat pemupukan P (OP = tanpa pupuk P; P = dipupuk P) dan inokulasi bakteri rhizobium.

Figure 2. Biomass of cover crops. *A. pinto* and *C. caeruleum* as affected by P fertilizing (OP = no P fertilizer added; P = P fertilizer added) and rhizobium inoculation.

percobaannya adalah 6 bulan. Walau demikian dari penelitian yang sama dijumpai bahwa C-organik larut air pada perlakuan tanaman penutup tanah, baik *A. pintoi* maupun *C. caeruleum* menurun. Dengan lamanya percobaan 11 bulan mengindikasikan bahwa waktu pengomposan yang diperlukan sudah lebih dari cukup. Kemungkinan tidak adanya pengaruh tanaman penutup tanah terhadap kandungan C organik tanah adalah disebabkan oleh laju masuknya bahan organik dan dekomposisinya tidak seimbang. Di samping itu serasah yang hanya berada di atas permukaan tanah tidak banyak memberikan sumbangan ke kandungan C organik selama tidak segera dilakukan pembenaman ke dalam tanah, walaupun produksi bahan organiknya cukup tinggi.

Walaupun tidak terdapat pengaruh faktor tunggal, namun dijumpai adanya

pengaruh interaksi yang nyata antara tanaman penutup tanah dan rhizobium terhadap kandungan N tanah serta antara rhizobium dan pupuk P terhadap kandungan C dan N tanah. Pada kondisi tanpa inokulasi rhizobium, kandungan C organik tanah lebih tinggi pada tanah tanpa pupuk P daripada yang dipupuk P, di lain pihak kandungan C organik pada tanah yang dipupuk P lebih tinggi bila ada perlakuan inokulasi rhizobium dibandingkan tanpa rhizobium (Tabel 4). Hal yang serupa juga terlihat pada parameter kandungan N tanah (Tabel 5). Tingginya kadar C-organik dan N tanah pada perlakuan tanpa inokulasi rhizobium dan pupuk P dapat dihubungkan dengan biomassa akar tanaman kakao. Dalam perkembangannya, akar tanaman melepas berbagai senyawa, utamanya organik dan amino ke daerah perakarannya (*rhizodeposition*) sehingga

Tabel 3. Nilai F hitung sidik ragam pengaruh tanaman penutup tanah, inokulasi rhizobium dan penambahan fosfor terhadap kadar C, N dan P tanah

Table 3. Calculated-F values of analysis of variances of the effect of cover crop, rhizobium inoculation and P addition on soil C, N and P contents

Sumber keragaman Source of variances	Nilai F hitung (Calculated F values)			
	Kadar C tanah Soil C content	Kadar N tanah Soil N content	Nisbah Ratio C/N	Kadar P_2O_5 tanah Soil P_2O_5 Content
Kelompok (Replication)	0.9218 ns	0.5624 ns	0.0000 ns	1.6437 ns
Penutup tanah (Cover crop) (P)	0.2423 ns	0.0803 ns	0.1000 ns	0.8806 ns
Rhizobium (R)	0.2654 ns	0.2500 ns	0.1818 ns	0.7215 ns
P x R	0.1149 ns	6.5000 *	1.1818 ns	0.4337 ns
Fosfor (Phosphorus) (F)	0.0913 ns	0.0244 ns	0.0000 ns	3.0866 ns
P x F	1.4153 ns	3.0976 ns	1.2353 ns	0.1069 ns
R x F	7.2233 *	5.4878 *	0.0000 ns	0.0043 ns
P x R x F	0.4016 ns	1.9756 ns	0.1765 ns	0.2997 ns

Keterangan (Notes): ns = berpengaruh tidak nyata (not significant); * = berpengaruh nyata (Significant); ** = berpengaruh sangat nyata (Very significant).

biomassa akar yang lebih besar cenderung melepas senyawa organik dan amino yang juga lebih besar (Nguyen, 2003). Demikian pula pada perlakuan adanya inokulasi rhizobium dan pupuk P yang menghasilkan kadar C-organik dan N tanah yang lebih tinggi juga tidak lepas dari peranan aktivitas metabolisme akar yang tinggi karena kedua perlakuan tersebut, di samping bahwa pada kenyaaannya bahwa rhizobium sangat tergantung pada P untuk metabolismenya (Marschner, 1986).

Sebagian besar kajian tentang dekomposisi seresah tanaman penutup tanah kacang berkesentrasi pada bahan-bahan seresah yang berada di atas permukaan tanah dan mengabaikan sumbangan N yang berasal dari sisa-sisa tanaman yang berada di bawah tanah terhadap ekonomi N pada pola budi daya ganda, dengan alasan bahwa N yang terdapat dalam akar jumlahnya sedikit dibandingkan keseluruhan tanaman. Akan tetapi dari hasil penelitian McNeill *et al.* (1997) yang menggunakan teknik ^{15}N

diketahui bahwa N yang disumbangkan oleh bagian tanaman di bawah tanah cukup banyak yang berasal dari akar-akar halus, akar dan bintil akar yang terombak atau terkelupas serta eksudat akar, dan dapat mencapai 28% pada *Lupinus angustifolius* (Russell & Fillery, 1996) bahkan 40% pada kedelai dan *Vicia faba* (Rochester *et al.*, 1998).

Adanya interaksi pengaruh tanaman penutup tanah dengan inokulasi rhizobium ataupun antara pemupukan P dengan inokulasi rhizobium terhadap kadar N tanah menunjukkan bahwa pengaruh tanaman penutup tanah ataupun pemupukan P tergantung pada inokulasi rhizobium. Tabel 5 menunjukkan bahwa dengan adanya inokulasi rhizobium tanaman penutup tanah tidak berpengaruh terhadap kadar N dalam tanah. Namun bila tidak dilakukan inokulasi rhizobium, kadar N tanah pada pertanaman kakao yang berpenutup tanah *A. pintoi* lebih sedikit dibandingkan tanpa penutup tanah, sedangkan untuk pertanaman berpenutup tanah *C. caeruleum* tidak berbeda kadar N

Tabel 4. Pengaruh perlakuan pupuk fosfor dan inokulasi rhizobium terhadap kandungan karbon organik di dalam tanah serta bobot akar tanaman kakao

Table 4. Effect of P treatment and rhizobium inoculation on soil C content and cocoa root dry weight

Perlakuan pupuk fosfor <i>P fertilizer treatment</i>	Kadar C Tanah, % <i>Soil C content, %</i>		Bobot akar tanaman kakao <i>Cocoa root weight (g/tnm)</i>	
	Inokulasi (<i>Inoculation</i>) rhizobium		Inokulasi (<i>Inoculation</i>) rhizobium	
	Tanpa inokulasi <i>Not-inoculated</i>	Inokulasi <i>Inoculated</i>	Tanpa inokulasi <i>Not-inoculated</i>	Inokulasi <i>Inoculated</i>
Tanpa (<i>Without</i>) P	1.62 aA	1.54 bB	7.49 aA	4.83 aA
Diberi (<i>Added</i>) P	1.53 bB	1.64 aA	4.73 aA	4.11 aA

Keterangan (*Notes*) : Angka-angka dalam kelompok parameter yang sama dan kolom yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama atau di dalam baris yang sama dan diikuti oleh huruf kapital yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan (*Figures in the same column followed by the same small letter or in the same row and the same parameter and followed by the same capital letter are not significantly different at 5% level according to Duncan test*).

Tabel 5. Pengaruh interaksi tanaman penutup tanah dan inokulasi rhizobium serta penambahan fosfor terhadap kadar N tanah 18 minggu setelah tanam di lapangan

Table 5. Influence of the interaction between cover crops and rhizobium inoculation and P addition on soil N content 18 weeks after planting in the field

Perlakuan/Treatment	Kadar N tanah (Soil N content) (%)	
	Tanpa (Without) rhizobium	Rhizobium
Penutup tanah (Land cover crop)		
Tanpa (Without)	0.235 aA	0.225 aA
<i>A. pintoi</i>	0.223 bA	0.233 aA
<i>C. caeruleum</i>	0.230 aA	0.235 aA
Pemberian fosfor (Phosphorus application)		
Tanpa (Without) P	0.233 aA	0.227 bA
Diberi (Added) P	0.226 aB	0.236 aA

Keterangan (Notes) : Angka-angka dalam kolom dan kelompok perlakuan yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama atau di dalam baris yang sama dan diikuti oleh huruf kapital yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan (Figures in the same column followed by the same small letter or in the same row and the same parameter and followed by the same capital letter are not significantly different at 5% level according to Duncan test).

tanahnya dibandingkan kontrol. Hasil ini juga menunjukkan bahwa kadar N tanah tidak dipengaruhi oleh inokulasi rhizobium. Dengan demikian rendahnya kadar N tanah pada pertanaman kakao berpenutup tanah *A. pintoi* tidak ada hubungannya dengan inokulasi rhizobium, namun dapat dihubungkan dengan produksi biomassa *A. pintoi* yang besar. Seperti terlihat pada Gambar 2, produksi biomassa *A. pintoi* cukup besar dibandingkan *C. caeruleum* dan kontrol, sehingga ada kemungkinan terdapat penyerapan hara yang besar sehingga N yang tertinggal di dalam tanah lebih sedikit.

Hara tanaman kakao

Walaupun adanya tanaman penutup tanah dimaksudkan untuk meningkatkan konservasi tanah serta kandungan bahan organik tanah, namun adanya tanaman penutup tanah pada pertanaman kakao

dikhawatirkan akan berdampak pada persaingan hara khususnya N dan P dalam jaringan tanaman. Inokulasi rhizobium pada tanaman penutup tanah kacang-kacangan diharapkan mampu mengurangi dampak persaingan tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak hanya pada penelitian dengan media terbatas, ternyata di lapangan pun persaingan hara dapat terjadi. Walaupun pada kenyataannya kandungan N jaringan tanaman kakao dalam semua perlakuan tergolong rendah, Tabel 6 menunjukkan bahwa kadar N jaringan tanaman kakao menurun dengan adanya tanaman penutup tanah, di lain pihak tanaman penutup tanah, utamanya *A. pintoi*, meningkatkan kadar N jaringan bila tanpa inokulasi. Dengan adanya inokulasi, tanaman penutup tanah *A. pintoi* akan tumbuh lebih cepat, metabolismenya juga lebih aktif, sehingga membutuhkan hara yang lebih banyak termasuk N yang diambil dari

lingkungannya. Sebagai akibatnya terjadi persaingan dalam memperoleh hara N antara tanaman penutup tanah *A. pinto* dengan tanaman kakao, apalagi kandungan N dalam tanah di lokasi penelitian ini cenderung rendah. Di lain pihak tanpa inokulasi rhizobium pada tanaman penutup tanah *A. pinto* kadar N jaringan tanaman kakao lebih tinggi. Ini mungkin ada hubungannya dengan kompetisi yang relatif kurang sehingga pertumbuhan tanaman kakao relatif lebih baik (lihat Gambar 1) demikian pula dengan kandungan N dalam jaringannya.

Kadar P dalam jaringan daun tanaman kakao umumnya tergolong rendah, kecuali yang diperlakukan dengan tanaman penutup tanah *C. caeruleum*. Tanpa perlakuan inokulasi rhizobium pada tanaman penutup tanah, adanya tanaman penutup tanah tidak mempengaruhi kadar P jaringan tanaman kakao. Sebaliknya dengan adanya inokulasi rhizobium kadar P tanaman kakao yang berpenutup tanah, utamanya *C. caeruleum*, meningkat dibandingkan dengan tanpa

tanaman penutup tanah. Secara keseluruhan memang ada kecenderungan bahwa tanaman penutup tanah meningkatkan kandungan P dalam jaringan tanaman kakao, walaupun tidak ada pengaruh tanaman penutup tanah terhadap kandungan hara P dalam tanah (Tabel 3).

Dari hasil ini tampak bahwa berdasarkan hasil analisis tanah tidak terdapat pengaruh tanaman penutup tanah terhadap kandungan hara N dan P dalam tanah. Di lain pihak berdasarkan hasil analisis daun diketahui bahwa terdapat pengaruh tanaman penutup tanah terhadap kandungan hara N dan P dalam jaringan tanaman kakao, paling tidak dalam interaksinya. Hal ini mungkin ada hubungannya dengan kenyataan bahwa data kadar N dan P dalam tanah yang diamati adalah kondisi akhir yakni 18 minggu setelah tanam yang tidak memberikan pengaruh akumulasi. Namun untuk data kandungan hara N dan P dalam jaringan tanaman, walaupun diamati juga pada 18 minggu setelah tanam tetapi ini merupakan resultan dan pengaruh akumulasi.

Tabel 6. Pengaruh tanaman penutup tanah dan inokulasi rhizobium terhadap kadar N dan P dalam jaringan daun kakao
Table 6. Influence of ground cover crop and rhizobium inoculation on N and P content in cocoa leaf

Tanaman penutup tanah <i>Ground cover crop</i>	Kadar N jaringan (<i>Tissue N content</i>)		Kadar P jaringan (<i>Tissue P content</i>)	
	Inokulasi (<i>Inoculation</i>) rhizobium		Inokulasi (<i>Inoculation</i>) rhizobium	
	Tanpa inokulasi <i>Not-inoculated</i>	Inokulasi <i>Inoculated</i>	Tanpa inokulasi <i>Not-inoculated</i>	Inokulasi <i>Inoculated</i>
Tanpa penutup tanah (<i>No cover crop</i>)	1.66 bB	1.73 aA	0.177 aA	0.175 bA
<i>A. pinto</i>	1.74 aA	1.67 bB	0.197 aA	0.198 bA
<i>C. caeruleum</i>	1.70 abA	1.68 bA	0.183 aB	0.227 aA

Keterangan (Notes) : Angka-angka dalam kolom yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang sama atau di dalam baris yang sama dan diikuti oleh huruf kapital yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan (*Figures in the same column followed by the same small letter or in the same row and the same parameter and followed by the same capital letter are not significantly different at 5% level according to Duncan test*).

KESIMPULAN

1. Pada kondisi lapangan, adanya tanaman penutup tanah *A. pintoi* tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman kakao. *C. caeruleum* sebagai tanaman penutup tanah cenderung lebih menghambat pertumbuhan tanaman kakao dibandingkan *A. pintoi*. Penambahan fosfor meningkatkan jumlah daun tanaman kakao. Produksi biomassa *A. pintoi* 40% lebih besar dibandingkan *C. caeruleum*.
2. Kadar N dan C organik tanah tidak dipengaruhi oleh tanaman penutup tanah, namun nilai tertinggi (0,235% N dan 1,63% C organik) diperoleh pada perlakuan kombinasi inokulasi dan pemupukan P atau sama sekali tanpa inokulasi maupun pupuk P. Pada kondisi tanpa rhizobium, kadar N tanah pada pertanaman kakao berpenutup tanah *A. pintoi* lebih rendah dari pada tanpa penutup tanah ataupun dengan *C. caeruleum*.
3. Tanaman penutup tanah meningkatkan kadar N jaringan tanaman kakao bila tidak diinokulasi dengan rhizobium, sebaliknya bila dilakukan inokulasi rhizobium maka kandungan N jaringan menurun. Kadar P jaringan tanaman kakao tidak dipengaruhi oleh adanya tanaman penutup tanah *A. pintoi*, ataupun rhizobium, kecuali bahwa kadar P jaringan tanaman kakao 28% lebih tinggi bila berpenutup tanah *C. caeruleum* dan diinokulasi rhizobium.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwiganda, Y.T. (1984). Pengaruh pelengket gum arab terhadap bintil akar *Calopogonium caeruleum* (Benth.) Hemsl. *Bulletin Perkaretan Balai Penelitian Perkebunan Sungei Putih*, 5, 14–21.
- Butler, M.D. (1955). *Conserving Soil*. D. Van Nostrand, New Jersey, USA.
- Cook, R.L. (1962). *Soil Management for Conservation and Production*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Erwiyono, R. & Sugiyanto (2001). Kompetisi antara bibit kakao dengan tanaman penutup tanah *Arachis pintoi*. *Pelita Perkebunan*, 17, 115–124.
- Evisal, R. (2003). Pembibitan dan penanaman *Arachis pintoi* sebagai penutup tanah di perkebunan. *Jurnal Agrotropika*, 8, 1–5.
- Kartasaputra, G. & M.M. Sutedjo (2000). *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Mafongoya, P.L.; K.E. Giller; D. Odee; S. Gathumbi; S.K. Ndafa & S.M. Sitompul (2004). Benefiting from N₂-fixation and managing rhizobia. p. 227–242. *In*: M. van Noorwijk, G. Cadish & C. Ong (Eds.), *Below-ground Interactions in Tropical Agroecosystems*. CAB International, Oxfordshire, UK.
- Mainstone, B.J. (1972). A background to Dunlop work with covers and shade for cocoa. *Proceeding Cocoa and Coconuts in Malaysia*. Conf. Incorp. Soc. Planters, Kuala Lumpur, p. 102–111.

- Marschner, H. (1986). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London.
- McNeill, A.M.; C. Zhu & I.R.P. Fillery (1997). Use of *in situ* ¹⁵N-labelling to estimate the total below ground nitrogen of pasture legumes in intact soil-plant systems. *Australian Journal of Agricultural Research*, 48, 295–304.
- Nasution, U. (1990). Serapan dan efisiensi pemakaian hara *Calopogonium caeruleum* penutup tanah dan tanaman karet muda dalam hubungannya dengan persaingan hara. *Buletin Pusat Penelitian Perkebunan Tanjung Morawa*, 1, 39–60.
- Nguyen, C. (2003). Rhizodeposition of organic C by plants: mechanisms and controls. *Agronomie*, 23, 375–396.
- O'Hara, G.W. (2001). Nutritional constraints on root nodule bacteria affecting symbiotic nitrogen fixation: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41, 417–434.
- Pujiyanto; Sudarsono; A. Rachim; S. Sabiham; A. Sastiono & J.B. Baon (2003a). Pengaruh bahan organik dan jenis tanaman penutup tanah terhadap bentuk-bentuk bahan organik tanah, distribusi agregat dan pertumbuhan kakao. *Jurnal Tanah Tropika*, 17, 73–85.
- Pujiyanto; Sudarsono; A. Rachim; S. Sabiham; A. Sastiono & J.B. Baon (2003b). Pengaruh pemupukan nitrogen dan fosfor terhadap kompetisi antara bibit kakao dengan *Arachis pinto*i dan *Calopogonium caeruleum* dalam media terbatas. *Pelita Perkebunan*, 19, 17–27.
- Purba, A. & S. Rahutomo (2000). Introduksi kacang penutup tanah alternatif *Arachis pinto*i pada areal kelapa sawit belum menghasilkan. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 8, 63–67.
- Rochester, I.J.; M.B. Peoples; G.A. Constable & R.R. Gault (1998). Faba beans and other legumes add nitrogen to irrigated cotton cropping systems. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38, 253–260.
- Russell, C.A. & I.R.P. Fillery (1996). Estimates of lupin below-ground biomass N, dry matter and N turnover to wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 47, 1047–1059.
- Sulistiyorini, E. (2002). *Studi Pertumbuhan dan Perkembangan Arachis pinto*i Sebagai Tanaman Penutup Tanah Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*). Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Suprayogo, D.; S. Priyono & Sekhfani (1997). Penyisipan tanaman penutup tanah dalam system tumpangsari untuk pengadaan bahan mulsa di Typic Hapustalfs. *Prosiding Kongres Nasional VI HITI*, Himpunan Ilmu Tanah Indonesia, Bogor, p. 201–209.
